Rocznik V. Tarnów, 1 września 1884. Nr. 14.

PRZYRODNIK.

Dwutygodnik popularny

poświęcony naukom przyrodniczym.

Wychodzi w Tarnowie. — Prenumerata miejscowa wynosi: rocznie 2 zlr. 40 ct. — półrocznie 1 zlr. 30 c. kwartalnie 70 ct. — na prowincyi: rocznie 2 zlr. 70 ct. półrocznie 1 zlr. 45 ct. kwartalnie 80 ct. w Królestwie rocznie 3 rsb, półrocznie 1 r 60 kop W Poznańskiem 6 marek, półrocznie 3 m. **Przedpłatę** przyjmuje drukarnia Józefa Pisza, w Tarnowie, Plac katedralny l. 4—7.

Nowa teorya o powstaniu gradu.

Przez Władysława Satkego.

Dnia 4 bm. około godziny dziewiątej wieczorem nadciągnęła była ze strony południowo-zachodniej burza z piorunami, która nas w pierwszych kilku minutach obsypała rzęsistym gradem. W Petrykowie, najbliższej wiosce, wyrządził grad ten wielką szkodę zaścieliwszy pola grubym pokładem ziarn gradowych, w Tarnopolu zaś o ile mi wiadomo, ograniczyła się tylko na wybiciu licznych szyb. Ziarna były wielkości zwykłego gradu tj. małych jagód, między nimi zauważano jednak i takie, jak laskowy a nawet włoski orzech.

Z wielkiem atoli zdziwieniem mojem spostrzegłem nazajutrz w gmachu szkolnym pośród innych powybijanych szyb, nie przedstawiających nic nadzwyczajnego, jednę, którą tu postaram się opisać Szyba miała otwór mniej więcej w pośrodku, ale otwór ten przedstawia zupełnie dokładną elipsę, o średnicy prostopadłej 138 mm. a o średnicy poziomej 132 mm. Brzegi elipsy są zupełnie gładkie, a rysunek tego otworu prowadzeniem ołówka po brzegach dokonany przedstawia na oko koło cyrklem zakreślone; ani jednej nieregularności nie można na nim spostrzedz. Co bardziej jeszcze, siła rzutu musiała być bardzo gwałtowna,

kiedy jedno tylko pryśnięcie zauważyłem. U dołu pękła szyba aż do ramy i to jeszcze od miejsca, gdzie widoczną była skaza w szkle, po bokach zaś dwa małe pryśnięcia, ledwie znaczne, i to tylko na jeden centimetr długie. Wszystko to wskazuje, iż w szybę tę trafiła bryła gradu, którego obwód musiał być koniecznie tak wielkim, jak opisany rysunek; następnie kształt bryły był elipsoidalny, prawie kulisty; wreszcie siła, z jaką uderzyło to ziarno w szybę, musiała być bardzo znaczną, wnioskując w tym wypadku z faktu, iż kula karabinowa wybija w szkle otwory o wielkości obwodu kuli bez żadnych pryśnięć.

Bryły tej nie widziałem, ale ponieważ zwykły kształt gradu jest kulisty, da się z tego mniej więcej wyliczyć obwód i ciężar tej bryły. Obwód wynosi więc 43,3 cm. objętość tej bryły lodu zawierała 1,316 kub. dm., a zatem przyjmując ciężar gatunkowy lodu 0,88, otrzymamy ciężar tej bryły gradu 1,158 kg.

Widzimy stąd, iż ciężar to nie mały, ubiłby i człowieka, a nawet i większe odeń stworzenie; zjawisko to zresztą nie musi być w tutejszej okolicy bardzo rzadkiem, kiedy słyszałem, że w r. 1869 padał w Tarnopolu grad, którego ziarna niektóre po zważeniu miały wykazywać 2 kg. Rozumie się jednak, iż tak wielkie i tak ciężkie bryły nie są zwykłymi zjawiskami w innych okolicach, jakkolwiek wydarzały się jeszcze większe. Pozwolę sobie niektóre tu przytoczyć. W r. 1822 spadł 7 maja grad w Bonn, którego niektóre bryły zważył Nöggerath i znalazł ciężkość ich 27 łutów. W Cazorta padał 15 czerwca 1829 grad taki, że bryły jego dziurawiły dachy a ważyły jeden kilogram. Schwedorf podaje także niektóre wymiary brył gradowych. W Kiwachcie na Nowej-Zelandyi padał grad w 1863, którego niektóre ziarna przebijały dachy i powały a jedno z nich raniło ciężko człowieka w pomieszkaniu; bryła ta ważyła sześć kg. We Francyi podczas burzy gradowej w 1819 padały bryły o 37 cm. obwodu; w Utrechcie znaleziono w 1846 ziarno, którego obwód wynosił 65 cm. Co bardziej jeszcze, 8 maja 1802 spadł we Węgrzech istotny słup lodowy na 3 stopy długi a na dwie gruby. Ale jeszcze dziwniejsze rzeczy donoszą nam z Ameryki. Oto w państwie Kanzas padał 15 sierpnia 1882 grad, którego bryłki były cztery i pięć funtów ciężkie, niektóre z nich miały cztery cale średnicy a były na stopę długie; ale pomiędzy nimi spadła bryła lodowa, której ciężar wynosił 80 funtów. Jeślibyśmy nawet nie dali wiary amerykańskim doniesieniom, jednak słyszeliśmy już u nas często o tem, iż bydło pada pobite od gradu,

a każdy przyzna, że do ubicia wołu lub krowy potrzeba znacznie większych ziarn gradowych od zwykle nas nawiedzających. Podobnie opowiadają, iż w Tarnopolu w r. 1879 pewnego popołudnia w czerwcu spadł taki grad, iż formalne sprowadził zniszczenie w mieście, co uwidoczni się najlepiej po skutkach. Padał on tylko kilka minut a ogołocił drzewa z wszystkich liści i mniejszych gałązek; tyle szyb wytłukł, iż nie było domu jednego, w którymby nie pozostawił po sobie swych śladów a mieszkańcy czekali dniami na wstawienie szyb, bo szklarze tutejsi nie mieli ich tyle w zapasie i musiano je dopiero sprowadzać; padając w okna nie tylko wybijał szyby, ale łamał ramy u okien a nadto wewnątrz w pomieszkaniach kruszył jeszcze zwierciadła; podziurawił gontowe dachy, uszkodził nawet mury; w polu zaś nietylko ubijał bydło ale także i ludzi.

Nie mniej ciekawe jest zestawienie ilości spadłego gradu. Schwedorf przytacza następujące fakta: W r. 1876 spadł grad w Marrino we Włoszech na 10—20 cm. grubości; na wyspie Strons w Szkocyi dostarczył grad 22 — 30 cm. gruby pokład lodu, w Mexyku nawet na 40 cm. Dufour znowu podaje, iż 21 sierpnia 1881 spadł grad w Morges w Kantonie Waadt, którego grubość przyjmuje tylko na 1 cm, ale obszar nawiedzony w tej okolicy wynosił 10 kw. km, a zatem ilość lodu spadłego w kilku minutach obejmowała 100000 kub. mt. Wliczając cały kanton, jak istotnie się wydarzyło, dostaniemy najmniej milion kub. mt. spadłego lodu. W ten sposób wyliczył też Dufour ilość lodu spadłego podczas słynnej burzy, która 13 lipca 1788 nawiedziła Francyą, Belgią i Holandyą i otrzymał 400 mil kub. mt.; jest to masa lodu, którą się nie może poszczycić kilka lodowców alpejskich razem wziętych.

Słuszne narzuca się tu pytanie, skąd się bierze taka mnoga lość lodu, szczególnie jeśli zważymy, że nigdy żadna chmura nie dostarcza nam nawet w ciągu kilku godzin takiej ilości wody. W Purneah we wschodnich Indyach dostarczył deszcz przez cały dzień tylko 8,8 cm. w Chinohoxo w zatoce Gwinejskiej w jednej godzinie 3,7 cm., w Królewcu w 1864 w trzech kwadransach 5,5cm. wody, a uważajmy, że grad pada zwykle tylko kilka, najwięcej 20 minut.

Również nasuwa się tu pytanie, gdzie powstaje to zimno grad tworzące, wszak woda przechodzi w stan stały tylko poniżej zera; tem bardziej zastanawia to pytanie każdego, iż grad pojawia się tylko w lecie, kiedy właśnie panuje dość wysoka tem-

peratura w atmosferze, a jeszcze bardziej, że grad pada zawsze prawie w dzień, a bardzo rzadko w nocy Prócz tych szczególności posiada grad jeszcze jednę, a tą jest bardzo niska temperatura ziarn gradowych. Podczasgdy temperatura atmosfery posiada wówczas 26° lub 27°, grad spadły okazuje zawsze temperaturę niżej 0; a czasem nawet dochodzi do 13°C.

Ustrój gradu jest także dość szczególny. Wnętrze wypełnia śnieg kształtu krupki, w około którego lód układa się w koncentrycznych powłokach. To jest zwykły ustrój, ale często napotykamy ziarno, od którego wnętrza wychodzą promieniowo krystaliczne formy i to zdaje się zawsze w parzystej liczbie; niektóre ziarna są prócz tego otoczone nieregularnie kryształkami większymi lub mniejszymi. Szczególniejszą jest także następna jeszcze własność gradu, iż kryształki jego są postaci ostrosłupowej. Często też znajdywano w ziarnkach gradu materye mineralne, których wytłumaczenie w nie mały wprowadziły kłopot uczonych.

Chmury gradowe są także dość ciekawe, zwykle czarne, rzadko jaśniejsze; szarzeją zwykle po pierwszej błyskawicy, często wisi u dołu chmura kształtu workowatego. Przed spadnięciem gradu słyszymy często hurkot jużto donośniejszy, jużto słabszy, ale tak charakterystyczny, że nie trudno poznać, skąd on pochodzi, jakkolwiek przyczyna jego dotąd niewytłumaczona. Zresztą grad jest zjawiskiem czysto lokalnem, zjawia się on tylko w strefie gorącej, tylko w górzystych okolicach. Następnie grad niektóre okolice zupełnie pomija, inne często nawiedza. Nie mniej szczególną jest także zawisłość gradu od zalesienia.

Obok Jeny jest miejscowość, w której gradu od wieków niepamiętają, również w Thizy we Francyi jest grad nieznanem zjawiskiem, a już w okolicy o 2—3 mile stąd oddalonej pojawia się często burza gradowa W niektórych dolinach Alpejskich pustoszy grad rok rocznie plony pracy a w najbliższych miejscowościach wcale go nie widzą.

Podobnie opowiada Ebert. Miejscowość Muri nie doznała aż do r. 1867 nigdy szkody od gradu a mieszkańcy jej nie widzieli nawet nigdy u siebie tego zjawiska przyrody. Ale w tym roku wyciął właściciel pewną przestrzeń lasu w całej szerokości, odtąd rok rocznie powtarzały się nieszczęścia gradowe wchodząc w tę dolinę, jak to Ebert zauważył, zawsze tą wyciętą luką. Pierwsi to zauważyli sami wieśniacy a zakupiwszy las ten na swą własność, nie dozwolili go dalej wycinać, ale przeciwnie po-

pierali wzrost drzewa i znowu są odtąd zupełnie spokojni a nawet nie ubezpieczają swych winnic od gradobicia. Podobny wypadek wydarzył się w południowych Włoszech, gdzie pewna miejscowość Casabbere, według twierdzenia Dovego, nie doznała nigdy szkody od gradu, odkąd zaś wyrębano las na stoku sąsiedniej góry, grad rok rocznie ją nawiedza. Tak samo zapatrywali się na tę sprawę i inni uczeni. Becquerel zauważył we Francyi, że grad omija lasy i sąsiednie im pola; Apich upatruje przyczynę częstych gradobić u południowego stoku Kaukazu w rozprzestrzeniającem się coraz to bardziej niszczeniu lasów. Petersen, Riniker, Wettstein, Landolt podobnież zauważali, iż gradobicia pojawiły się dopiero wtedy w niektórych okolicach przedtem zupełnie przez nie pomijanych, odkąd lasy wykorczowano w sąsiedztwie, również, iż gradobicia są częstsze w mniej zalesionych okolicach niż w lesistych. Becquerel tłumaczy to tem, iż lasy powstrzymują wiatry, spowodowują w ten sposób silne wirowe wichry, które rozpraszają chmury. Wreszcie i w naszym kraju jest ogólnem twierdzenie, iż lasy chronią od gradobicia.

Jednak spadanie gradu nie wydarza się co roku w jednakowej ilości: są lata weń obfite, inne są ubogie. Zjawisko to każe się domyślać jakiejś przyczyny kosmicznej, i istotnie po zestawieniu Tritza, zdaje się prawdopodobnem przypuszczenie, iż grad jest po części zależnym od słońca; Tritz bowiem zauważył, iż lata, w których słońce pokazuje największą ilość plam, są najobfitsze w gradobicia.

Ale grad okazuje też pewną zależność od błyskawicy i grzmotu; pewien obserwator zauważył bowiem, iż po silnej błyskawicy i po takimże grzmocie sypał grad przez dwie minuty i tak stało się trzy razy w czasie jednej burzy.

Charakterystycznym jest także ciąg gradobicia. Nie zajmuje ono, jak deszcz obszarów kilka mil szerokich, ale ciągnie zawsze wąskim długim pasem. Najlepiej to uwidoczni opis burzy gradowej z r. 1788 Wystąpiła ona w Pirynеach i przechodziła w kierunku północnozachodnim przez Francyą, i Niederlandy w dwóch pasach. Każdy z nich był na milę szeroki a odstęp jednego od drugiego pasa wynosił $3\frac{1}{2}$ mile, w którym to środkowym pasie deszcz padał. Szybkość burzy była bardzo znaczna, bo w godzinie przebiegała dziesięć mil, tak że w każdej miejscowości trwało gradobicie tylko siedm do ośmiu minut. Ilość spadłego lodu podaliśmy wyżej, szkoda zaś przewyższała 25 milionów franków.

Takie zagadkowe pojawienie się gradu, jak też jego szczególne własności oddawna zajęły już umysły wszystkich uczonych, lecz niestety pomimo tak świetnych rezultatów, jakie osięgnął umysł ludzki na każdem polu wiedzy, w tym wypadku stoimy jeszcze prawie na tym szczeblu jak przed dwustu laty. Każdy nauczyciel w szkole tłumaczy dzieciom, skąd i jak powstaje grad a ludzie uczeni trawią nad tą sprawą dnie całe, przecież dotąd jeszcze nic o tem nie wiedzą. Wprawdzie łatwo to powiedzieć dziatwie i maluczkim umysłowo: tam w górze marzną krople deszczu i spadają w postaci lodu na ziemię; jednak każdy z myślących ma tu jeszcze wiele pytań zadać, jakiśmy to uczynili powyżej, a na te pytania nikt dotąd jeszcze nie odpowiedział. Wielu już fachowców kusiło się o rozwiązanie tej zagadki i my postaramy się w krótkości przytoczyć tu niektóre przypuszczenia, choćby dlatego tylko, aby przedstawić te sprzeczne, różne zapatrywania się, z których każda ma za sobą coś, ale też i wiele przeciw.

Volta opierając się na znanym tańcu kulek korkowych w skutek przyciągania i odpychania elektryczności, przypuszczał, iż w atmosferze znajduje się czasem jedna chmura nad drugą. W wyższej chmurze jest także takie zniżenie temperatury, iż krople marzną a mając tę samą elektryczność co chmura, bywają odpychane od niej, a przyciągane przez dolną, której elektryczność nabierają i znowu do wyższej skaczą. W ten sposób tańczą kulki tak długo nabierając nowe lodowe powłoki, aż w skutek ciężkości spadną na ziemię. Na podstawie tego przypuszczenia starano się zapobiec klęskom gradowym. Jeden sądził, iż puszczenie balonu, któryby niweczył elektryczność chmury, byłoby dostatecznym środkiem przeciw gradobiciu. Mieszkańcy kantonu Waadt znowu urządzili byli gradochrony w r. 1825 dla zabezpieczenia swych winnic od szkody, ale takowe były tylko 20 mt. wysokie, rozumie się więc, że nie mogły rozbrajać elektryczności chmury w wysokości 2000—3000 mt. się znajdującej. Skutkiem tego wytłukł im grad w rok później znowu ich pracę a mieszkańcy sądząc o ich bezskuteczności, poniszczyli swe gradochrony. Lecz teorya Volty upadła a głównie z tego powodu, iż nie wytłumaczała, dlaczego chmury o przeciwnych elektrycznościach same się nie przyciągają, coby było prawdopodobniejszem, niż tańczenie bryłek lodowych.

Mniejszej wagi są następujące teorye gradowe. Leopold von Buch, przypuszczał, iż kropla śniegowa podczas spadania silnie

wyparowuje, a stąd powstaje takie silne zniżenie temperatury, iż nowe spotykane krople pary wodnej osadzają się w postaci lodu na tej krupce. Vogel i Nöllner znowu sądzili, iż krople pary wodnej pewnej chmury są tak zimne, iż jako lód osadzają się na spadającej krupce. Mohr sądził, że w pewnem miejscu następuje gwałtowne zgęszczanie się pary, w skutek czego powstaje w sąsiedztwie próżnia, w którą się zimne warstwy górne wtłaczają, a stąd tworzą bryłki gradowe. Hann znowu zważywszy workowaty kształt niektórych chmur gradowych, tłumaczy powstanie gradu przez wirowy wicher. Wewnątrz tego wiru następuje rozrzedzenie powietrza, a stąd jak też i przez wtłaczanie się zimnych warstw górnych i przez silne wyparowanie marzną krople. Te krople krążą w koło w tym wirze, tłuką się o siebie, skąd powstaje hurkot zwykle zauważany przed gradobiciem, a wypadłszy poza doniosłość siły odśrodkowej, ulegają sile ciężkości. Zupełnie podobną teoryę postawił Lukas. Gemmel zapatruje się także prawie tak samo na tę sprawę, przypuszczając ruch wirowy cząstek pary, które mogą się oziębić w skutek silnego wyparowania spowodowanego przez wewnętrzne rozrzedzenie o kilka stopni poniżej zera a jeśli oś wiru tego jest pochyłą do ziemi, to bryłki te okrążając w koło zgęszczają parę, która się na nich osadza w postaci koncentrycznych powłok lodowych, i przebiegając w linii spiralnej, powiększają coraz to bardziej swą masę.

Najnowszą teoryą gradową postawił Schwedorf. Opierając się na wielkości niektórych brył gradu i na wielkiej ilości spadłego lodu, jako też na szczególnej krysztalizacyi i zawarciu cząstek mineralnych w ziarnkach gradu, sądzi on, iż grad jak meteory, które czasem wraz z gradem spadają, jest pochodzenia kosmicznego, w czem go istotnie zdają się popierać niektóre szczególne własności gradu

t Lecz wszystkie te teorye nie mogą nas zadowolić. Przeciw ¡eoryom Mohra, Lukasa, Hanna i Gemmla przymawiała okoliczność, ż według spostrzeżeń Trientego, który kilkakroć znajdował się w Tyrolu powyżej chmur obsypujących doliny gradem, jest tam zupełnie ciepło, nie zauważył wcale prądów zimnych z górnych warstw ku chmurze, a owszem są świadkowie, którzy uczuli pewne zimno powiewające z chmur ku górnym warstwom powietrza. Ta sama okoliczność sprzeciwia się też teoryi Szwedorfa, bo ani Triente, ani jego wiarogodni świadkowie nie spostrzegli podczas swych obserwacyj żadnych ciał spadających z stref wyższych. Teoryom zaś Bucha, Vogla i Nöllnera brak wszelkich pozyty-

wnych dowodów, prócz innych właściwości gradu, których oni nie wytłumaczają. Dotąd więc żadna nie przyjęła się teorya z powodów powyżej przytoczonych, a jakkolwiek rzecz sama pozostaje nie wytłumaczoną, jednak nagromadzono więcej obserwacyj, które zmuszają prawie do przypuszczenia, iż grad zawdzięcza swe pochodzenie elektryczności.

Jak już wspominaliśmy, lasy szczególnie szpilkowe wywierają bardzo znaczny wpływ na chmurę gradową, co stwierdzają Ebert, Riniker, Wettstein, następnie zauważano, iż po silnym grzmocie i błyskawicy grad poczyna silniej sypać, jak to zauważył Triente; to więc zdaje się wskazywać dostatecznie na przyczynę gradobicia w elektryczności. Dufour też, który niegdyś był zapatrywania Vogla i Nöllnera, w ostatnich czasach przyszedł do przekonania o elektrycznem pochodzeniu gradu i tłumaczy działalność lasów w ten sposób, iż drzewa zwłaszcza szpilkowe działają jak wszystkie ostre końce, bo neutralizują elektryczność chmury. Opierając się na doniesieniach o korzystnym wpływie gradochronów, jakie owe wywarły we Włoszech i we Francyi, zaleca gruntowniejsze i wytrwalsze obserwacye z tymi przyrządami, jako rozbrajaczami elektryczności chmury, gdyż wnosząc z wielkości i ciężaru niektórych brył musi się przyjść do przekonania, iż takowe na miejscu się tworzą a nie gotowe przybywają z innego miejsca.

Szczególnie wpada tu w oko ta okoliczność, iż nigdzie nie uwzględniono działania iskry elektrycznej, ani w tych teoryach, ani też przy zwykłych burzach. Wiadomo, że iskra elektryczna przebijając powierze we flaszce sprawia tak silny prąd, iż korek z hukiem wystrzela, a taż iskra nie zapala prochu strzelniczego, bo rozprasza go powietrze zgęszczone, nim iskra go dosięgnie, wiadomo również, iż iskra elektryczna rozkłada ciała chemicznie złożone, jako też podobnie łączy składniki chemiczne.

Zdaje mi się, iż powinno to zwrócić także baczniejszą uwagę na nasze burze, gdyż koniecznie przypuścić trzeba podobne działanie iskry elektrycznej w chmurach. Tłumaczą wprawdzie zygzakowaty kształt piorunu gwałtownem zgęszczeniem powietrza, które powoduje iskra lecąc ku ziemi z wielką siłą i szybkością; także gwałtowny grzmot po piorunie pochodzi znowu z nagłego poruszenia się powietrza, ale podobne skutki wywiera też błyskawica w samej chmurze.

Postaramy się to wytłumaczyć. Burza nadchodzi zwykle szybko, bo z gwałtownym wichrem, i przychodzi w okolice, gdzie

jest suche powietrze, rozgrzane przedpołudniowymi i południowymi, a czasami i całodziennymi promieniami słońca; dlatego burze pojawiają się zwykle po południu lub wieczorem. Wówczas chmura silnie elektryczna zastaje również silną elektryczność w ziemi i w atmosferze. Elektryczność ziemi odpycha elektryczność atmosfery i rozkłada elektryczność chmury przez wpływ, przeciwną przyciąga ku pierwszej chmurze lub z przodu chmury, zgodną zaś odpycha ku końcowi tej chmury lub w następną. Napięcie elektryczne ziemi i połączonych elektryczności atmosfery i chmury, która jako wilgotna wsiąka w siebie elektryczność atmosfery, jest bardzo silne, ale suche powietrze przeszkadza połączeniu się tych elektryczności w piorunie, zwłaszcza, jeśli okolica jest płaską, a oddalenie chmury od najwyższych szczytów ziemskich znaczne. Tem bardziej wzmaga się napięcie elektryczne między początkiem chmury a dalszym jej ciągiem lub między pierwszą a następną chmurą; to napięcie elektryczne objawia się w bardzo silnej iskrze przebiegającej mniej więcej na granicy powietrza suchego, a chmury; a przyczyna tego leży w tem, iż ziemia wpływając na elektryczność chmury nagromadza ją najbardziej u spodu chmury. Iskra elektryczna czyli piorun z chmury do chmury postaci ostrej (Linienblitz) musi pewien skutek wywierać. Skutek ten objawia się w ten sposób, iż przed sobą zgęszcza powietrze, za sobą zaś je rozrzadza. Zgęszczając je gwałtownie przed sobą zbija krople pary wodnej i stąd pochodzi, że zwykle po każdej błyskawicy pada rzęsiście deszcz większymi kroplami aniżeli przedtem. Rozrzedzając zaś gwałtownie przedtem zgęszczone powietrze za sobą, sprawia, iż krople pary wodnej w skutek nagłego przejścia ciepła w pracę zamarzają w tej chwili i skupiają się w kryształki, jakie widzimy we wnętrzu ziarnka gradu. Jednak iskra elektryczna rozrzuca gwałtownie powietrze na wszystkie strony, na co mamy dowód we flaszce zatkanej korkiem i na prochu strzelniczym. Podobnie działa i w chmurze iskra elektryczna; rozrzuca powietrze i rozprasza wszystkie ciała w niem się znajdujące, stąd też może pochodzi, iż chmura przedtem ciemna jaśnieje po błyskawicy. Iskra ta leci nie w prostej wprawdzie linii, zygzakowato, ale poziomo, rozprasza więc powietrze promienisto w postaci niejako cylindra od osi jego. Para wodna w skutek nagłego rozrzedzenia marznie w najbliższej okolicy drogi tej iskry, pewna część, t. j. dolna połowa tego cylindra pada gwałtownie ku ziemi, ale ziarnka te lodu są bardzo małe, gdyż jak mówiliśmy iskra wybiera swą drogę

u spodu chmury, ziarnka te nie mogą się powiększyć w suchem powietrzu, a nim dolecą do ziemi topią się lub nawet wyparowują w gorącej atmosferze tuż nad ziemią o 26 lub 27°C. Zamarznięte jednak krople górnej połowy tego idealnego cylindra zostają wyrzucone w górę, i pędzą jak mi się wydaje prawdopodobnem, ruchem wirowym w głąb chmury, gdzie nań coraz bardziej para w postaci lodu osiada. Czem silniejsza elektryczność, tem silniejszy rzut w górę i wzrastanie w masę tych ziarn. Następnie ziarna te w skutek ciężkości muszą opadać ku ziemi gdzie znajdujemy je w zwykłej wielkości gradu jak ziarnka grochu. Często jednak zdarzyć się może, iż podczas spadania tych ziarn z góry, nim jeszcze dosięgną spodu chmury, uderzy w tę masę spadających ziarn druga iskra i wyrzuca je ponownie w górę, a te znowu otaczają się nowymi powłokami lodu; tak może się zdarzyć jeszcze trzeci i czwarty raz, a ziarnka te wraz z nowymi zwykłego kształtu spadną w końcu na ziemię, ale o wielkich rozmiarach i odpowiedniej masie i znacznym ciężarze. Nie można tu pominąć i w tej ważnej okoliczności, iż masa taka lodu przerzynającego na wszystkie strony chmurę, musi zniżać znacznie jej temperaturę i tem bardziej przyczyniać się do osiadania pary na ziarnkach i do szybszego jej zlodowacenia. Rozumie się, że równocześnie z gradem może padać a nawet najczęściej pada deszcz pochodzący tak ze zgęszczenia iskrą pary jak z rozrzucenia częściowego ku ziemi.

Lecz takie skutki może wywołać tylko iskra ostra padająca mniej więcej poziomo z chmury do chmury. Piorun padający z chmury do ziemi, nie może spowodować utworzenie się gradu, gdyż przerzyna tylko powietrze, a nie chmurę napełnioną parą wodną. Takie zaś wyładowanie elektryczności, pomiędzy chmurami może wydarzyć się tylko z początkiem burzy, a powód tego następujący: Suche powietrze i znaczna odległość chmury i ziemi przeszkadzały połączeniu się ich elektryczności w piorunie, a tem bardziej popierały wyładowanie się elektryczności pomiędzy chmurami. Następnie jednak ziemia i powietrze zwilgotniały, ziemia wilgotna wsiąka w siebie elektryczność powietrza i ta się potęguje w ten sposób, że może nastąpić połączenie elektryczności chmury i ziemi, co jednak nie przyczynia się do powstania gradu. Następnie deszcz i grad jako ciała elektryczne same popierają połączenie się elektryczności chmur i ziemi, i dlatego w dalszym ciągu burzy pojawiają się pioruny do ziemi lub z ziemi do chmur, albo też tak słabe wyładowania pomiędzy chmurami, że

takowe już nie mogą utworzyć gradu. Dlatego też grad pada tylko w samych początkach burzy, kiedy pomiędzy chmurami padają ostre błyskawice; płaskie błyskawicy (Flächenblitze) nie przyczyniają się do utworzenia gradu. W ten sposób ciągną chmury w dalszą okolicę i zawsze z równym skutkiem, bo wszędzie istnieją te same przyczyny; ze zmianą przyczyn zmienia się i skutek, jak to później obaczymy.

Ale powstanie gradu zawisło od wilgoci ziemi i powietrza, od nagromadzenia elektryczności w ziemi, powietrza i w chmurach, od wysokości chmur, od kształtu powierzchni ziemi następnie od wiatrów poniżej i powyżej nich, bo takowe mogą po części rozbrajać elektryczność chmury lub atmosfery a nawet od temperatury, od prochu wznoszącego się w powietrzu, i wielu innych jeszcze okoliczności: łatwo też pojąć, iż dopiero wtedy może powstać grad, jeśli wszystkie te warunki równocześnie nastaną i jeśli wszystkie przyczyny zgodnie działają. Stąd też pochodzi, że nie każdą burzę poprzedza gradobicie i że takowe dość rzadko się wydarzają w stosunku do burz elektrycznych zwykłych. To też wytłumacza, iż grad pada zwykle po południu, kiedy ziemia wyschła kilkunastogodzinowem promieniowaniem słońca, rzadko zaś w nocy, kiedy ziemia zwilgotniała rosą.

Tym sposobem zrozumiemy występowanie gradu w wąskich pasach, bo iskry ostre biją wzdłuż chmury, a zatem rozrzucenie ziarn gradowych w górę odbywające się promienisto od osi naszego cylindra będzie długie, a dość wąskie, czasem tylko na jeden kilometr szerokie; rozszerzyć się zaś może przestrzeń ta w razie, gdy dwie lub kilka iskier obok siebie przelatują wzdłuż ciągu chmur, albo jeśli jedna ale bardzo silna iskra pada od chmury jednej do następnej. Zjawianie się gradu w pewnych okolicach częściej niż w innych ma swą przyczynę w tem, iż w pierwszym wypadku mogą częściej pojawiać się te pewne warunki dla wywołania gradobicia, w drugim rzadziej. Hurkot zauważany czasami przed spadnięciem gradu dałby się może w ten sposób wytłumaczyć, iż równolegle albo trochę skośnie do siebie, równocześnie, albo też jedna po drugiej wybuchają dwie lub nawet trzy iskry elektryczne, które wyrzucając promienisto ziarna powodują spotykanie i uderzenie się o siebie tych ziarn, a ztąd hurkot przed gradobiciem, który prawdopodobnie nie ustaje też i później, ale podczas gradobicia nie można go słyszeć dla hurkotu, jaki sprawia grad sam padając na ziemię.

Wielką ilość spadłego lodu można sobie wyjaśnić tem, iż przy powstaniu gradu w powyżej wykazany sposób cała prawie chmura wydaje swą parę na powiększenie ziarnek gradu, które mogą przy silnej błyskawicy całą grubość chmury przerzynać i z niej parę zabierać, podczas gdy w czasie spadania deszczu dzieje się to w daleko mniejszym stopniu.

Lasy w tym wypadku powinny w dwojaki sposób korzystnie działać: najpierw powietrze powyżej lasów, jako spichlerzy wilgoci, staje się samo wilgotne i osłabia elektryczność chmur i ziemi; następnie nawet w razie silnego napięcia elektryczności w chmurach, będą drzewa jako ostre końce, szczególnie na wzgórzach wyższych, ściągały silniej przeciwną elektryczność chmur ku sobie, niż następne bardziej oddalone chmury, spowodują zatem połączenie się elektryczności chmur i ziemi w piorunie, zarazem przeszkodzą utworzeniu się gradu. A zatem i gradochrony wysokie lub na wzgórzach mogą skuteczny wpływ wywierać, ściągając pioruny ku sobie i nie dziw też, jeźli Dufour zaleca zaprowadzenie takowych, opierając się na korzystnych doniesieniach, jakie o nich dochodzą z Francyi i Włoch. Rozumie się, że w niejakiem oddaleniu poza lasem lub gradochronami może znowu grad padać, bo mogą się przyczyny zmienić.

Meteorologowie twierdzą, że dla powstania gradu koniecznym jest wicher wznoszący się (courant ascendant), jednak jabym sądził, że przyczyną gradu nie jest ten wicher, jak raczej długa posucha, która jest też przyczyną tego wichru, a więc jedna i ta sama przyczyna objawia podwójny skutek.

Ponieważ znowu ilość burz elektrycznych wraz z powiększaniem się plam na słońcu według twierdzenia Hahna i Fritza wzrasta, więc też i gradobicia muszą odpowiednio wzrastać i liczebnie się wzmagać, zwłaszcza, że plamy słoneczne wywierają silny wyływ na magnetyzm i elektryczność ziemi.

Spostrzeżenia Trientego, wyżej przytoczone, nie zdają się popierać tej teoryi, ale można to tem wytłumaczyć, iż Triente nie zwrócił baczniejszej uwagi na to, co się w samej chmurze działo, albo też, iz chmura była taka gruba, a siła iskry elektrycznej tak słaba, iż ziarna gradu wyrzucone w górę przez iskrę nie przebijały całej grubości chmury, a zatem wyższe warstwy zasłaniały przed nim to, co się działo u spodu i w jej wnętrzu. Zimno jednak, wychodzące z chmury ku nim, jakie zauważyli świadkowie, zdaje się przemawiać za wyżej wykazanym sposobem powstania gradu.

Pragnę jeszcze zakończyć ten ustęp niektórymi wnioskami, jakie dadzą się wyprowadzić na podstawie mej teoryi powstawania gradu:

1) Czem większa posucha w atmosferze, tem większe prawdopodobieństwo gradobicia; stąd okazuje się grad liczniej w środkowej niż w zachodniej Europie, ztąd też mamy go najczęściej w lecie;

2) grad może nawet i w zimie się wydarzyć, jeźli tylko kilkudniowe przedtem gwałtowne wichry wyssały wszelką wilgoć z ziemi, jakto zauważył Jordan dnia 12 grudnia 1880 w Berlinie;

3) grad unika lesistych okolic, ciągnąc między górami i lasami, szczególnie zaś nawiedza wielkie płaskie równiny;

4) gradochrony na wzgórzach powinny skutecznie działać, ale tylko na pewną przestrzeń w około, a jakkolwiek nie ubezpieczają zawsze, jednak często mogą się przyczynić do uratowania plonów;

5) korzystniej działałyby w tym wypadku balony z licznymi ostrymi końcami puszczone w górę za zbliżeniem się chmury grożącej gradobiciem, jakto juz raz projektowano w Leipziger Illustr. Zeitung, na podstawie teoryi Volty.

Nie schlebiam sobie wcale, ani nawet nie mogę przypuścić, aby powyżej przytoczona teorya powstawania gradu była wykończoną, bo czuję sam jej braki; nie jestem też w stanie wytłumaczyć szczególnych postaci krysztalicznych w ziarnkach gradowych, do czego trzebaby dłuższych doświadczeń zapomocą przyrządów, których nie posiadam; wiem też, iż wiele jeszcze trzeba w niej dokładniej wytłumaczyć, inne ciemne strony bardziej wyjaśnić; ale stan wiadomości naszych o elektryczności jest dotąd bardzo jeszcze niski; przypuszczam nawet, że może wkrótce zupełnie ją obalą jaką teoryą, której inne niewiadome mi spostrzeżenia zupełnie się sprzeciwiają: ale sądzę też, iż pobudzi ona może innych do zastanowienia się nad tą sprawą, chociażby w celu tylko obalenia tej teoryi, a zdaje mi się, że nawet to nie będzie bezkorzystnem dla nauki. Zdaje się jednak, że zasady, które mną kierowały przy budowie tej teoryi są prawdziwe: 1.) że iskra elektryczna musi wywoływać w chmurach podobne skutki jak w naszych doświadczeniach; 2) że najlepszym pośrednikiem dla połączenia się elektryczności w postaci iskry, jest trochę wilgotne powietrze; gdyż zupełnie wilgotne powietrze wsiąka w siebie zupełnie elektryczność bez pojawienia się iskry, zupełnie zaś su-

che powietrze staje się jako zły przewodnik nadto wielką przeszkodą dla połączenia się dwóch przeciwnych elektryczności. Jeśli podstawa zła, upada cała teorya; czekam więc zarzutów, które mnie nie miną, ale takowe staną się tylko pobudką dla dalszych obserwacyj z mej strony. —

Góry wapienne.

Pisał Dr. F. Mohr, tłum. Maciej Wszelaczyński.

(Ciąg dalszy)

W morzu mamy jeszcze jednę sprzyjającą okoliczność. Wszystko, cokolwiek wydziela z siebie węglan wapna, musi być zwierzęciem. Skutkiem rozkładu kwasu węglanego może wprawdzie roślina osadzić wapno rozpuszczone na sobie lub koło siebie, możliwość ta upada, skoro się uwzględni, iż woda morska nie zawiera w sobie węglanu wapna. Z zawartości gipsu nie może roślina wydzielić wapna w postaci węglanu wapna, bo

1. tylko wytwarza, lecz nie spożywa albuminu siarkę w sobie zawierającego podobnie zwierzęciu, a ilość wapna odpowiadająca zawartości siarki jest zbyt małą, by mogła uledz wydzieleniu;

2. kwas węglany połączony z wapnem jest wytworem oddechania, a zwierzę oddycha. Roślina rozkłada kwas węglany, ale go nie wytwarza, nie może zatem wydzielić z gipsu większej ilości węglanu wapna.

Nazwa zoophyt iub phytozoon bierze swe źródło raczej z domysłu aniżeli ze spostrzeżenia. Według zasad bowiem bijologii roślin i zwierząt nie można pojąć, jak taż sama istota ma równocześnie tlen spożywać i wydzielać, jak ma kwas węglany wytwarzać i rozkładać. Nie ma może w przyrodzie większych sprzeczności, a jednak nie jesteśmy w stanie nieraz odgadnąć z samego wyglądu stanowisko istoty w szeregu organizmów; a że ona nie może od razu do obu królestw przynależeć, to, mniemam, wolno mi śmiało przypuścić.

Zaledwie może zachodzić jakaś wątpliwość, iż zwierzęta żywiące się roślinami osadzają i wydzielają węglan wapna drogą powyższego przebiegu; ale zwierzętom mięsożernym dostaje się roślina drugo- lub trzeciorzędnie; wytwarzanie białka przyznamy jednak w końcu roślinie. Wszystka zatem woda morska jest istną polewką dostarczającą żywności potrzebnej zarówno roślinom jak i zwierzętom. Nasolona jest ona dostatecznie; pokarm zwierzęcy pływa w niej w postaci mikroskopijnie małych zwierzątek i roślinek, potaż i fosforan wapna znachodzą się tam w stanie rozczynu, poczyna się tu więc życie i wzajemne spożeranie wodorostami (algae) i rhizopodami i postępuje tak aż do haji (wilka morskiego) i wielorybów. Historya naturalna morza wykazuje nam, jak każde zwierzę ma nieprzyjaciela żywiącego się niem. Tak w morzu biegunowem jak i w oceanie indyjskim lub meksykańskim odbywa się równie zażarta walka o byt, a pierwociny życia tkwią wszędzie w najmniejszej roślince, która jako osadniczka przeistacza kwas węglany i amonjak na wodany węgla i białko.

Pod względem budowy zwierzęcej są najprostszemi korzenionogie (Rhizopody czyli Foraminifery), które odkrył w r. 1731 badacz przyrody Beccaria w wodzie morskiej koło Rawenny. Przez dłuższy czas uważano je za wyłączną własność morza Adryjatyckiego: później znaleziono je w Anglii i Francyi.

D'Orbigny sprawdził w r. 1825 ich bardzo rozległe rozprzestrzenienie i ważne w morzu stanowisko. W postaci ich zaledwie gołemu oku dostrzegalnej nie można dostrzedz nawet i przez szkło powiększające jakiegokolwiek pewnemu celowi odpowiedniego organu lub narzędzia. Wątek całego ciała podobny do bardzo małej kropelki kleju, ale ta kropelka porusza się. Z niej wysnuwają się niezliczone pod drobnowidzem jedynie widome niteczki, dotykają się wzajemnie i chowają napowrót. Zdawałoby się, iż człowiek widzi kosmyk wątłych włókienek korzeniowych, za pomocą których się stworzeńko porusza; ztąd też i nazwa korzeniopławów. Z licznych otworków, foramina (stąd też nazwa Foraminiferów czyli Otwornic) sterczą włókienka śluzowe. Rzadko zdarza się w odosobnieniu to zwierzątko; najczęściej łączy się ich dwoje, troje i więcej razem, płód ich bowiem powstający z pąków podobnie jak u koralów czepia się najczęściej ciała macierzystego, a później dopiero odrywa się. Skorupki te z sobą złączone tworzą często małe grudki, widoczne gołem okiem a czasem dotyczące wielkości ziarnka

soczewicy. Ile tu skorupek tych zwierzątek, które miewają różny wygląd, to podobny do sznurka pereł, to pogmatwany, to znów skręcony ślimaczkowato. Rozmiary ich tak maluczkie, że idzie ich 5000 milionów na stopę kubiczną. Nie rozpleniły się one tak koło wybrzeży, jak w dalszem ich oddaleniu. Morze otwarte mrowi się niemi.

Wzdłuż całego atlantyckiego wybrzeża w Ameryce północnej wydobywa zawsze ołowianka (Senkblei) z dna z pod większych głębokości mnóstwo tych zwierzątek żywych, obumarłych i już zbutniałych. Przy pomiarach głębokości morza między Nową Funlandyą a Irlandyą, przedsiębranych celem położenia drutu telegraficznego, grzęzła ołowianka dziesięć do piętnaście stóp głęboko w warstwie tych stworzeń, pulchnej jak śnieg świeżo spadły. Największa ilość skorupek uczepiła się tłuszczu ołowianki. Nie ma na całej ziemi podobnie rozległego i tak grubo warstwującego się utworu, jak obszar zajmowany pod powierzchnią morza przez te maluczkie skorupiaki.

To najrozleglejsze rozprzestrzenienie połączone z wieczystem trwaniem wywołują skutki podziwu godne. Większe muszle i skorupiaki żyją najczęściej bliżej brzegów i w mniejszych głębinach morza. Naturalnie, że i te wydzielają węglan wapna, a w ilości nieporównanie mniejszej. Nie przejdzie obecnie i nie przeminął również dzień jeden taki, w którym nie nagromadzałby się wątek do przyszłych utworów wapiennych. Zbite, jednolite i potężne pokłady wapieni powstały właśnie z tych małych zwierzątek, większa muszka tymczasem pozostawiła swój odcisk, a raczej przechowała ciało swoje, a pojawienie się jej jest raczej przypadkowem nie przyczyniającem się niemal do budowy pokładu. A chociaż się nawet w pewnem miejscu nagromadziła znaczna ilość muszli, to je tonące korzeniopławy (Rhizopody) wypełniły i zlepiły. Wygląd zewnętrzny zwierzęcia utrzymał się często w tak dobrym stanie, iż zbita budowa całego głazu nie da się wyjaśnić naciskiem, jeno poprzekładaniem i wypełnieniem mniejszemi warstwami. I to również jasnem, iż taki Ichtiosaurus lub Pterodactylus wpadnie w pulchną warstwę Rhizopodów, że w niej pozostawi odcisk swej postaci, że się jednak nie przyczyni istotnie do budowy pokładu. *(C. d. n.)*

Wydawca i odpowiedzialny Redaktor Z. Morawski.

Drukiem Józefa Pisza w Tarnowie.